

# 有机酸废液水煤浆在工业锅炉上的应用

解永刚, 赵 翔, 孙粉梅, 周 平

(浙江大学 热能工程研究所, 浙江 杭州 310027)

**摘 要:** 对淮化集团 20 t/h 蒸汽链条锅炉进行了改造, 使用有机酸废液水煤浆作为燃料在此锅炉进行燃烧, 结果表明, 水煤浆火焰橙黄色, 清晰明亮; 锅炉燃烧稳定, 能连续稳定运行, 达到能源再利用的目的。

**关 键 词:** 水煤浆; 有机酸废液; 锅炉改造;  
有机废液水煤浆

中图分类号: TK224. 1 文献标识码: B

## 1 引 言

水煤浆是 20 世纪 70 年代发展起来的新型洁净燃料, 我国又是一个多煤少油的国家, 因此从环保和能源战略上考虑, 都应该大力发展水煤浆燃料<sup>[1~2]</sup>。

在化工、造纸等行业排放出的废液中, 某些废液含有制水煤浆所必需的有效成份(添加剂)。如果把废液和煤粉混合, 制成水煤浆——废液水煤浆, 作为燃料燃烧, 就可以把废液很好的处理掉, 而且可以节省处理废液的费用。现在国内外处理废液的方法中, 有少数用废液和煤粉制成水煤浆的探索, 但没有形成成功的工业应用, 真正在锅炉中成功地全烧废液水煤浆的工业应用至今没有。

淮化集团的高浓度有机酸(DNS 酸)废液主要有有机成份为 2-甲基-5 硝基苯磺酸, DNS 酸及未完全反应的原料对硝基甲苯, DNS 酸合成过程中的衍生物, 如硝基物, 苯胺, 酚类等, 废液中的这些有机物组分大多以芳烃及杂环化合物为母体, 并带有显色基团(如  $-N=N-$ ,  $-N=O$ ) 及极性基团(如  $-SO_3Na$ ,  $-OH$ ,  $-NH_2$ ); 废液中的无机物主要成份为  $NaOH$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $NaCl$ , 该废液具有少量的热值。

受淮化集团的委托, 浙江大学用该集团自制的有机酸废液水煤浆作为燃料, 对该厂 20 t/h 链条炉进行了改造, 并于 2003 年 6 月下旬进行了调试与测试。现在, 此锅炉能够连续稳定地全烧水煤浆运行。

## 2 原锅炉及其改造设计

### 2.1 原锅炉介绍

原锅炉为 SHL20-25/400-A III 型锅炉, 燃煤为 III 类烟煤。该锅炉系双汽包横式布置的自然循环水管蒸汽锅炉, 燃烧设备采用链条炉排, 锅炉受热面有水冷壁、过热器对流管束、省煤器和空气预热器。

### 2.2 改造方案

燃用水煤浆与层燃链条炉在燃烧方式上有很大的不同, 根据原锅炉实际情况和计算, 作出如下改造设计: 拆除炉前煤斗, 链条炉排, 炉排进风管, 炉底灰斗, 出渣机等。为有利于水煤浆的稳定着火和燃烧, 在炉子下方新增加一个稳燃室, 稳燃室不布置受热面, 以增强辐射换热。点火采用轻油点火。在稳燃室底部设置出渣口, 采用水力除渣方式。雾化水煤浆采用由浙江大学研制的 DZA 型水煤浆喷嘴, 该喷嘴的负荷调节范围为: 1 000~2 400 kg/h。由于此水煤浆的灰熔点较低(变形温度 1 222 °C, 软化温度 1 266 °C, 流动温度 1 276 °C), 容易造成积灰结渣, 因此在稳燃室、炉膛上部适当位置设置看火孔和打焦孔; 在锅炉的炉膛和所有受热面均安装吹灰器。

针对该锅炉的具体情况, 在稳燃室前墙垂直布置两台由浙江大学研制的配有旋转一次风和二次风(旋流强度可调)的水煤浆燃烧器。改造后, 满负荷运行时, 燃浆量为 4.2 t/h。

## 3 试验概况

2003 年 6 月调试试验包括冷态试验和热态试验两部分。冷态试验为炉内空气动力场试验。在热态试验中, 由于锅炉在改造后, 锅炉所使用的供浆泵

为旧的供浆泵,达不到设计的浆量,锅炉最多只能在 50% 负荷运行,因此在 50% 负荷下对锅炉进行了热效率试验。试验中还进行了低负荷能力试验。试验所使用的燃料为淮化集团自制的有机酸废液水煤浆,其发热量为  $Q_{\text{net,ar}} = 16\ 241\ \text{kJ/kg}$ ,浓度为 64.27%。其工业分析、元素分析见表 1、表 2。淮化集团解决了供浆泵能力不足的问题,使锅炉可以满足负荷运行。但由于在试验过程中,用户实际需要蒸汽量不多,因此锅炉全烧水煤浆运行的最高负荷是 90% 负荷。

表 1 试验燃料的元素分析

	Car	Har	Oar	Nar	Sar
结果/%	45.29	2.68	3.21	1.03	1.70

表 2 试验燃料的工业分析

	Mar	Aar	Var	FCar
结果/%	37.65	8.44	19.42	34.49

#### 4 试验结果及分析

在冷态试验时用飘带法,观察结果表明燃烧器出口气流无飞边和冲刷墙壁现象,上下燃烧器的两股气流约在距燃烧器出口 600 mm 处混合。而且,燃烧器具有很好的回流特性,可以较大的调节回流区的直径和长度。中心回流区的直径变化范围为 230 ~ 440 mm,长度变化范围为 400 ~ 800 mm。在锅炉运行中,观察炉内燃烧情况,炉内燃烧稳定,水煤浆火焰完整,火焰呈橙黄色,清晰明亮,无大火星,无黑烟。着火距离在燃烧器出口 150 ~ 200 mm。火焰中心约在距燃烧器出口 2 500 mm 处,火焰无贴壁现象。由于有机废液水煤浆的灰熔点较低,在高负荷运行时,炉内壁有少量结渣,但不影响锅炉安全稳定连续运行。观察烟囱排烟情况,无黑烟。在低负荷试验中,进行了 33% 负荷试验,试验表明,低负荷稳燃能力良好,可以在该负荷下全烧水煤浆运行。

锅炉主要运行参数和试验结果见表 3 和表 4,测试是在 50% 负荷下进行。

如果该锅炉达到满负荷运行,以水煤浆浓度为 64.27%,一年有 300 天正常运行时间来计算,则每年可以处理废液约 10 000 t,可以节约大量处理废液

的资金。中国每年有大量的工业废液需要处理,如果其中一部分应用此技术处理,不但可以节约大量的资金,而且可以减少对环境的污染,还会带来巨大的社会效益和经济效益。

表 3 锅炉运行主要参数

	90% 负荷	50% 负荷	33% 负荷
主蒸汽压力/MPa	2.05	1.96	1.89
主蒸汽温度/℃	373	361	351
主蒸汽流量/ $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$	18.00	10.20	7.06
冷风温度/℃	28	28	28
稳燃室温度/℃	1 390	1 290	1 125
排烟温度/℃	141	131	128

表 4 锅炉在 50% 负荷下测试结果

	结 果
灰渣含炭量/%	0.91
飞灰含炭量/%	16.28
排烟氧量/%	13.7
排烟温度/℃	131
排烟处过量空气系数	2.88
化学不完全燃烧热损失/%	0.136
机械不完全燃烧热损失/%	2.83
排烟热损失/%	11.80
散热损失/%	2.6
热效率/%	85.234
燃烧效率/%	97.034

#### 5 结 论

(1) 淮化集团 20 t/h 蒸汽链条锅炉改烧有机酸废液水煤浆工程获得成功,燃烧稳定,锅炉能连续稳定运行;据查,锅炉完全以废液水煤浆为燃料成功燃烧的工程在国内外尚属首次。

(2) 利用有机废液中的有效成份制有机废液水煤浆作为燃料是可行的,可以处理废液,而且利用了废液含有的热值,变废为宝。

(3) 废液水煤浆具有广阔的应用前景,如广泛推广、应用,将会产生巨大的社会、经济效益。

#### 参考文献:

[1] 岑可法,姚强,曹欣玉,等.煤浆燃烧、流动、传热和气化的理论与应用技术[M].杭州:浙江大学出版社,1997.  
 [2] 丁忠浩.有机废水处理技术及应用[M].北京:化学工业出版社,2002.

Waigaoqiao Second-stage Engineering Project. The relationship between fin central-point operating temperature and fin width and thickness has been deduced after a theoretical analysis and investigation. On the basis of analyzing the unfavorable consequences of using fins with an excessive width a problem-solving scheme involving the adoption of built-up welded fins was adopted, which can meet both the quality and project time-schedule requirements. **Key words:** boiler, water wall fin.

少油点火与水平浓淡燃烧器相结合在一台 600 MW 机组锅炉上的应用 = **Low Oil Consumption-based Ignition in Combination with a Rich/lean Combustion Burner as Applied on a 600 MW Boiler** [刊, 汉] / JIANG Jia-ren, QIN Ming, WU Shao-hua, et al (College of Energy & Power Engineering under the Harbin Institute of Technology, Harbin, China, Post Code: 150001) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2004, 19(4). — 424 ~ 426.

In an effort to reduce oil consumption during the startup of a pulverized coal-fired boiler a louver structured horizontal rich/lean combustion-based pulverized-coal burner in combination with a low oil consumption for ignition has been used on a 600 MW boiler. The design and tests in connection with the above scheme are described. As opposed to their traditional location in a lower primary-air port, the small oil guns for ignition are mounted in a secondary-air port in close proximity to the lower primary-air port. By taking advantage of the special features of horizontal rich/lean combustion, the small oil gun flame is made by all means possible to plunge toward the rich-combustion side of pulverized coal-air stream to achieve a complete mixing. Tests indicate the above technique is conducive to a reliable ignition of pulverized coal and stable combustion, attaining a significant oil-savings effect. Moreover, as each small oil gun has been provided with a special flame detector and incorporated into a furnace safeguard supervisory system (FSSS), a safe and reliable operation of the boiler is fully guaranteed. **Key words:** 600 MW boiler, ignition based on a low consumption of oil, small oil gun, louver structured horizontal rich/lean combustion-based pulverized coal burner.

有机酸废水煤浆在工业锅炉上的应用 = **Organic Acid Waste and Coal-water Slurry Used as Fuel in Industrial Boilers** [刊, 汉] / XIE Yong-gang, ZHAO Xiang, SUN Fen-mei, et al (Thermal Energy Engineering Institute under the Zhejiang University, Hangzhou, China, Post Code: 310027) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2004, 19(4). — 427 ~ 428.

A 20t/h chain grate steam boiler has been retrofitted to operate on organic acid waste and coal-water slurry. Clear and lucid, the coal-water slurry assumes a orange-yellow color. The retrofitted boiler features a reliable and continuous stable operation. The retrofitting makes it possible to both properly dispose the waste liquid and utilize its heating value, achieving a full utilization of energy. **Key words:** coal-water slurry, organic acid waste liquid, boiler retrofit, organic acid waste and coal-water slurry.

网络图优化及在电厂设备检修中的应用 = **Network Chart Optimization and Its Application in the Maintenance and Repair of Power Plant Equipment** [刊, 汉] / WANG Yun-min, LI Lu-ping, HUANG Zhi-jie (Changsha University of Science & Technology, Changsha, China, Post Code: 410076) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2004, 19(4). — 429 ~ 432.

Network chart optimization is widely used in the maintenance and repair of power plant equipment. However, the issue of how to optimize a prepared network chart remains unsolved. The authors have, by studying the relationship between project completion date and costs, introduced a method for optimizing network chart. Furthermore, with the overhaul of power plant feedwater pumps serving as an example, some explanations are given concerning the specific application of network chart optimization. The results of this application indicate that the optimization method used for the overhaul of power plant equipment proves to be simple, effective and feasible. **Key words:** network chart, equipment maintenance and repair, optimization.